# 第 23 講　金属の酸化還元反応

# PART1　金属の酸化還元反応①

**目標**　・イオン化傾向とは何かを理解し，金属単体と水，酸との反応をおさえよう

## Chapter1　金属のイオン化傾向

**要点**

**イオン化傾向**

「金属が水溶液中でどのくらい陽イオンになりやすいか」を表したもの

**イオン化列**

金属をイオン化傾向の大きい順に並べたもの

Li　K　Ca　Na　Mg　Al　Zn　Fe　Ni　Sn　Pb　($H_2$)　Cu　Hg　Ag　Pt　Au

金属は「水溶液中で $e^-$ を放出し陽イオンになる性質」をもつ。

$$M \rightarrow M^{n+} + ne^-$$

この性質がどのくらい強いか，を表しているのが金属のイオン化傾向である。

「$e^-$ を放出する＝還元剤としてはたらく」なので，水溶液中における還元力の強さを表しているともいえる。

次のように，イオン化傾向の大きい金属から順に並べたものを金属の**イオン化列**という。

イオン化列は金属の単体を還元力の強い順に並べたものと考えることができる。

| Li | K | Ca | Na | Mg | Al | Zn | Fe | Ni | Sn | Pb | ($H_2$) | Cu | Hg | Ag | Pt | Au |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| リッチに | 貸そう | か | な。 | ま | あ， | あ | て | に | すん | な。 | ひ | ど | す | ぎる | 借 | 金。 |

**イオン化傾向が大きい金属ほど「還元力が強い」すなわち「反応しやすい」**と判断する。

イオン化傾向の大きい金属は，比べて小さい金属のイオンに $e^-$ を投げ，自身がイオンに変化する。

**例**　亜鉛 Zn と銅イオン $Cu^{2+}$ の反応

$$Zn + Cu^{2+} \longrightarrow Zn^{2+} + Cu$$

（$e^-$ は Zn から $Cu^{2+}$ へ移動）

イオン化傾向　Zn ㊛大　$Cu^{2+}$ ㊛小

逆の反応は進行しないことに注意しよう。

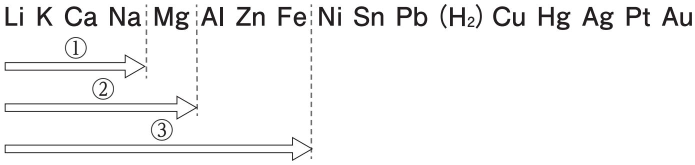
**まとめ**

金属のイオン化列

(　　　), (　　　), (　　　), (　　　), (　　　), (　　　), (　　　), (　　　),
(　　　), (　　　), (　　　), ( $H_2$ ), (　　　), (　　　), (　　　), (　　　),
(　　　)

## Chapter2　水 ($H_2O$) との反応

**要点**




水の電離度は非常に小さく，ほとんど電離していない。

$$H_2O \rightleftarrows \underset{\text{極少}}{\underline{H^+}} + OH^-$$

電離により生じるわずかな量の $H^+$ に $e^-$ を投げつけることができるのは，イオン化傾向が非常に大きい（還元力が非常に強い）金属のみである。

① 冷水（常温の水）と反応 → イオン化列 Na まで
② 熱水と反応 → イオン化列 Mg まで
③ 高温水蒸気と反応 → イオン化列 Fe まで

これらの境界線をしっかりと頭に入れておこう！

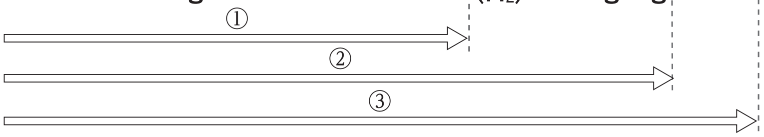
**まとめ**

- 冷水（常温の水）と反応 → イオン化列（　　　）まで
- 熱水と反応 → イオン化列（　　　）まで
- 高温水蒸気と反応 → イオン化列（　　　）まで

# Chapter3　酸 ($H^+$) との反応

**要点**

Li K Ca Na Mg Al Zn Fe Ni Sn Pb ($H_2$) Cu Hg Ag Pt Au




①希酸（希硫酸・塩酸）と反応　→　イオン化列 Pb※1まで

※１　Pb はすぐに反応が停止する（ほとんど反応しない）

②熱濃硫酸・濃硝酸・希硝酸と反応 → イオン化列 Ag まで※2

※２　Fe，Ni，Al は不動態を作るため，濃硝酸・熱濃硫酸とは反応しない

③王水と反応　→　イオン化列 Au まで

## ●イオン化傾向が$H_2$より大きい金属

水とは違い，酸の水溶液中には $H^+$が十分に存在しているため，強弱関係にしたがい，イオン化傾向が $H_2$ より大きい金属は $H^+$に $e^-$を投げつけることができる。

$$HA \rightarrow \underset{\text{たくさん}}{\underline{H^+}} + A^-$$

**①希酸（希硫酸・塩酸）と反応 → イオン化列 Pb までの金属（イオン化傾向が $H_2$ より大きい金属）**

$H_2$ より大きい金属は $H^+$に $e^-$を投げつけることができるため，希硫酸や塩酸などの希酸と反応し，水素 $H_2$ が発生する。

**例**　鉄と希硫酸（$H^+$）の反応

$$Fe \rightarrow Fe^{2+} + 2e^-$$

$$+)\ 2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$$

$$Fe + 2H^+ \rightarrow Fe^{2+} + H_2$$　両辺に $SO_4^{2-}$を加えて

$$Fe + H_2SO_4 \rightarrow FeSO_4 + H_2$$

ただし Pb は希硫酸と反応して硫酸鉛 $PbSO_4$，塩酸と反応して塩化鉛 $PbCl_2$ の沈殿を生じるため，すぐに反応が停止する。

## ●イオン化傾向が$H_2$より小さい金属

イオン化傾向が $H_2$ より小さい金属は $H^+$と反応することができない。しかし，酸化力の強い酸となら反応することができる。

**②熱濃硫酸・濃硝酸・希硝酸と反応 → イオン化列 Ag までの金属**

熱濃硫酸，濃硝酸，希硝酸は酸化力の強い酸であるため，イオン化傾向が小さい金属（還元力の小さい金属）とも反応する。イオン化列 Ag までの金属は以下の例のように反応する。

**例**　銅と濃硝酸

$$Cu \rightarrow Cu^{2+} + 2e^-$$

$$+)\quad HNO_3 + H^+ + e^- \rightarrow NO_2 + H_2O \quad (\times 2)$$

$$Cu + 2HNO_3 + 2H^+ \rightarrow Cu^{2+} + 2NO_2 + 2H_2O$$

$$Cu + 4HNO_3 \rightarrow Cu(NO_3)_2 + 2NO_2 + 2H_2O$$

両辺に $NO_3^-$を
2 つずつ追加して

ただし，Fe，Ni，Al は濃硝酸・熱濃硫酸に浸すと表面に緻密な酸化被膜を形成し，内部が保護された状態になるため反応が進行しない。この状態を**不動態**という。

**③王水と反応 → イオン化列 Au までの金属**

濃硝酸と濃塩酸を 1：3 で混合した液体を**王水**という。

王水は非常に強い酸化剤で，イオン化傾向が非常に小さい Pt や Au とも反応し溶解させる。

**まとめ**

・希酸（希硫酸・塩酸）と反応　→　イオン化列（　　）まで
　ただし，（　　）は希硫酸や塩酸と反応して沈殿をつくるため，すぐに反応が停止。
・熱濃硫酸・濃硝酸・希硝酸と反応 → イオン化列（　　）まで
　ただし，（　　）・（　　）・（　　）は不動態を作るため，濃硝酸・熱濃硫酸とは反応しない。
・王水と反応　→　イオン化列（　　）まで

# Chapter4　演習問題

**問**　次の(1)～(5)の金属について反応性を調べた。それぞれの金属の反応について述べた文のうち，正しいものをすべて選び，記号で答えよ。

(1)　Na　(2)　Fe　(3)　Sn　(4)　Ag　(5)　Pt

①　常温の水と反応する　②　高温水蒸気と反応する
③　塩酸と反応する　④　王水と反応する

# 第 23 講　PART1　確認問題

**問**　次の各問いに答えよ。

(1)　次の①～④のうち，**起こらない反応**はどれか。最も適当なものを一つ選べ。

①　$Cu + 2Ag^{+} \rightarrow Cu^{2+} + 2Ag$

②　$Pb + Cu^{2+} \rightarrow Pb^{2+} + Cu$

③　$Ca + Mg^{2+} \rightarrow Ca^{2+} + Mg$

④　$Fe + Zn^{2+} \rightarrow Fe^{2+} + Zn$

(2)　次の①～③のうち，Mg と反応するが Al とは**反応しないもの**として最も適当なものを一つ選べ。

①　冷水（常温の水）　②　熱水　③　高温水蒸気

(3)　熱濃硫酸と反応する金属はイオン化列でどの金属までか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

①　Cu　②　Hg　③　Ag　④　Pt

(4)　濃硝酸に浸しても不動態を**形成しない金属**を，次の①～④のうちから一つ選べ。

①　Al　②　Zn　③　Fe　④　Ni

(5)　水とは反応しないが塩酸とは反応する金属を，次の①～④のうちから一つ選べ。

①　Ca　②　Fe　③　Ni　④　Cu

(6)　次の①～④の記述のうち，**誤っているもの**を一つ選べ。

①　Pt は王水に溶ける。

②　Pb は希硫酸と反応するが，沈殿を生じるためすぐに反応が停止する。

③　王水は濃硝酸と濃塩酸を 3：1 で混合した液体である。

④　イオン化傾向が大きい金属ほど還元力が強い。

< Note >

# 第 23 講　金属の酸化還元反応

## PART1　金属の酸化還元反応①

問　⑴　①，②，③，④　　⑵　②，③，④　　⑶　③，④

⑷　④　　⑸　④

## PART2　金属の酸化還元反応②

問　⑤

# 第 23 講 PART1　確認問題　解答

問

(1)　④

解説：

Fe と Zn では Zn の方がイオン化傾向が大きく，イオンになりやすいので，Fe と $Zn^{2+}$の反応は進行しない。

(2)　②

解説：

イオン化列の Mg までの金属は熱水と反応するが，Al 以降の金属は反応しない。

(3)　③

解説：

熱濃硫酸と反応するのはイオン化列 Ag までの金属である。

(4)　②

解説：

濃硝酸に浸して不動態を形成するのは Al, Fe, Ni なので，不動態を形成しないものとしては②の Zn が該当する。

(5)　③

解説：

Ni は水（冷水～高温水蒸気）とは反応しないが，塩酸とは反応する。Ca は水と反応し，Fe も水（高温水蒸気）と反応し，Cu は水と塩酸のどちらとも反応しないので，それぞれ不適となる。

(6)　③

解説：

王水は濃硝酸と濃塩酸を 1：3 で混合した液体なので，③が誤り。